

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicants: Tetsuya ORI et al.

Serial No.: (new)

Art Unit:

Filed: February 4, 2004

Examiner:

For: THREE-GROUP ZOOM LENS INCLUDING AT LEAST ONE ASPHERIC
LENS SURFACE

LETTER

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

February 4, 2004

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55(a), the applicants hereby claim the right of priority based on the following application:

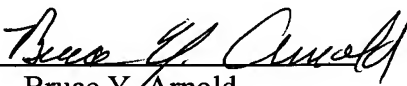
<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
Japan	2003 - 030116	February 6, 2003

A Certified copy of the above-noted application is attached hereto.

Please charge any fees under 37 C.F.R. § 1.16-1.21(h) or credit any overpayment to Deposit Account No. 01-2509.

Respectfully submitted,

ARNOLD INTERNATIONAL

By 
Bruce Y. Arnold
Reg. No. 28,493

(703) 759-2991

P.O. Box 129
Great Falls, VA 22066-0129

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 2月 6日

出願番号
Application Number: 特願2003-030116
[ST. 10/C]: [JP 2003-030116]

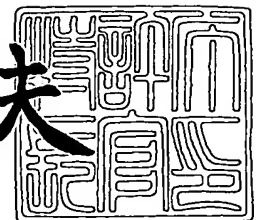
出願人
Applicant(s): 富士写真光機株式会社



2003年11月18日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 FK1022

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 15/20

【発明者】

 【住所又は居所】 埼玉県さいたま市植竹町 1 丁目 3 2 4 番地 富士写真光機株式会社内

 【氏名】 小里 哲也

【発明者】

 【住所又は居所】 埼玉県さいたま市植竹町 1 丁目 3 2 4 番地 富士写真光機株式会社内

 【氏名】 山上 領子

【特許出願人】

 【識別番号】 000005430

 【氏名又は名称】 富士写真光機株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100097984

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 川野 宏

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 041597

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書
【発明の名称】 ズームレンズ
【特許請求の範囲】

【請求項 1】 物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群、正の屈折力を有する第 2 レンズ群、および正または負の屈折力を有する第 3 レンズ群が配列され、広角側から望遠側に向かって変倍する際には、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群とをこれら 2 つのレンズ群の間隔が相対的に減少するように移動させるズームレンズにおいて、前記第 1 レンズ群は少なくとも 1 枚の非球面レンズを有し、この非球面レンズの形状を規定する非球面式が、偶数次の項と奇数次の項とに、値を有するそれぞれ少なくとも 1 つの非球面係数を備えていることを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】 物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群、正の屈折力を有する第 2 レンズ群、および正または負の屈折力を有する第 3 レンズ群が配列され、広角側から望遠側に向かって変倍する際には、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群とをこれら 2 つのレンズ群の間隔が相対的に減少するように移動させるズームレンズにおいて、前記第 1 レンズ群は少なくとも 1 枚の非球面レンズを有し、この非球面レンズの形状を規定する非球面式が、16 次未満の偶数次の項と 16 次以上の偶数次の項とに、値を有するそれぞれ少なくとも 1 つの非球面係数を備えていることを特徴とするズームレンズ。

【請求項 3】 物体側から順に、前記第 1 レンズ群、前記第 2 レンズ群および正の屈折力を有する前記第 3 レンズ群が配列され、前記第 1 レンズ群は物体側より順に負レンズと正レンズとで構成され、前記第 2 レンズ群内には光量を調節する絞りが配設され、広角側から望遠側に向かって変倍する際には、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群とをこれら 2 つのレンズ群の間隔が相対的に減少するように移動させるとともに、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群とをこれら 2 つのレンズ群の間隔が相対的に増大するように移動させ、無限遠側から近距離側へフォーカシングする際には、前記第 3 レンズ群を物体側に移動させることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のズームレンズ。

【請求項 4】 前記第 2 レンズ群は物体側より順に、両凸レンズと両凹レン

ズとの接合レンズならびに少なくとも 1 つの非球面を有する単レンズが配置され、前記第 3 レンズ群は正レンズ 1 枚で構成され、下記の条件式 (1) および (2) を満足することを特徴とする請求項 3 記載のズームレンズ。

$$d/f_w < 0.15 \quad (1)$$

$$\nu L_3 - \nu L_4 > 15 \quad (2)$$

ただし、

f_w : 広角端における全系の焦点距離

d : 第 2 レンズ群中の接合レンズと単レンズとの光軸上での空気間隔

νL_3 : 第 2 レンズ群中の接合レンズを構成する両凸レンズのアッベ数

νL_4 : 第 2 レンズ群中の接合レンズを構成する両凹レンズのアッベ数

【請求項 5】 前記第 2 レンズ群中の前記接合レンズを構成する前記両凹レンズのコバ後端面と前記第 2 レンズ群中の前記単レンズのコバ前端面が、共に平面とされこれら 2 つの平面が互いに当接するように、またはこれら 2 つの面が互いに平行な平面とされこれらの平面に平行な表面を有する平行平板を挟持するように、配置されていることを特徴とする請求項 4 記載のズームレンズ。

【請求項 6】 物体側から順に、前記第 1 レンズ群、前記第 2 レンズ群および前記第 3 レンズ群が配列され、前記第 1 レンズ群は物体側より順に負レンズと正レンズとで構成され、前記第 2 レンズ群内には光量を調節する絞りが配設され、広角側から望遠側に向かって変倍する際には、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群とをこれら 2 つのレンズ群の間隔が相対的に減少するよう移動させるとともに、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群とをこれら 2 つのレンズ群の間隔を維持するよう移動させ、無限遠側から近距離側へフォーカシングする際には、前記第 3 レンズ群を移動させることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のズームレンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は固体撮像素子を有するデジタルカメラやビデオカメラに搭載される 3 群構成のズームレンズに関し、特に第 1 レンズ群に非球面レンズを有するズーム

レンズに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、各種カメラのズームレンズとして、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群、正の屈折力を有する第2レンズ群、および第3レンズ群が配列された3群構成のズームレンズが知られている。このズームレンズは、コンパクト化を図りかつ収差補正を良好にするという観点から広く用いられている。

【0003】

そして、近年急速に普及しつつあるデジタルカメラやビデオカメラにおいては、一般のカメラに用いられるものと同様にレンズの小型化、高画質化、低ディストーション化等が望まれる一方で、CCD等の固体撮像素子を用いたことによる特有の条件を満足させる必要がある。

【0004】

また、デジタルカメラやビデオカメラにおいては、オートフォーカスが主流となっており、フォーカシングの高速化が望まれている。そのため、ズームレンズのフォーカシング方式としては、レンズ重量を軽くでき、なおかつカメラ本体側にレンズが近く駆動操作が容易な、インナーフォーカス式やリアーフォーカス式が頻繁に使用されている。

【0005】

ズームレンズとしては、例えば特許文献1に開示されているように、リアーフォーカス方式を採用してフォーカシングの高速化を図り、コンパクトでありながら高解像力を発揮し、諸収差を良好とし得るようにしたものが知られている。

【0006】

【特許文献1】

特開2000-284177号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、現在ではデジタルカメラやビデオカメラは、用いられる撮像素子のCCDの1画素当たりの面積を縮小することにより、高画質化およびカメラの小

型化を追求している。そのため光学系としては、高解像力化を達成するために球面収差を極力少なくする要求が高まっている。

【0008】

しかしながら、上記特許文献1記載のズームレンズは、歪曲収差と像面湾曲とを良好に補正し得る構成であるが、上記新たな要求である球面収差をも同時に極力少なくすることは困難である。一法として、第1レンズ群中に非球面レンズを複数枚使用すれば歪曲収差、像面湾曲および球面収差を同時に良好に補正することができるが、これでは光学系のコンパクト化および低コスト化が損なわれる。

【0009】

本発明はこのような事情に鑑みなされたもので、光学系のコンパクト化および低コスト化を損なうことなく歪曲収差、像面湾曲および球面収差を同時に良好に補正でき、高解像力を発揮し得る3群構成のズームレンズを提供することを目的とするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明のズームレンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群、正の屈折力を有する第2レンズ群、および正または負の屈折力を有する第3レンズ群が配列され、広角側から望遠側に向かって変倍する際には、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群とをこれら2つのレンズ群の間隔が相対的に減少するように移動させるズームレンズにおいて、前記第1レンズ群は少なくとも1枚の非球面レンズを有し、この非球面レンズの形状を規定する非球面式が、偶数次の項と奇数次の項とに、値を有するそれぞれ少なくとも1つの非球面係数を備えていることを特徴とするものである。

【0011】

本発明のズームレンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群、正の屈折力を有する第2レンズ群、および正または負の屈折力を有する第3レンズ群が配列され、広角側から望遠側に向かって変倍する際には、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群とをこれら2つのレンズ群の間隔が相対的に減少するように移動させるズームレンズにおいて、前記第1レンズ群は少なくとも1枚の非球

面レンズを有し、この非球面レンズの形状を規定する非球面式が、16次未満の偶数次の項と16次以上の偶数次の項とに、値を有するそれぞれ少なくとも1つの非球面係数を備えていることを特徴とするものである。

【0012】

また、物体側から順に、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群および正の屈折力を有する前記第3レンズ群が配列され、前記第1レンズ群は物体側より順に負レンズと正レンズとで構成され、前記第2レンズ群内には光量を調節する絞りが配設され、広角側から望遠側に向かって変倍する際には、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群とをこれら2つのレンズ群の間隔が相対的に減少するよう移動させるとともに、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群とをこれら2つのレンズ群の間隔が相対的に増大するよう移動させ、無限遠側から近距離側へフォーカシングする際には、前記第3レンズ群を物体側に移動させることが好ましい。

【0013】

さらに、前記第2レンズ群は物体側より順に、両凸レンズと両凹レンズとの接合レンズならびに少なくとも1つの非球面を有する単レンズが配置され、前記第3レンズ群は正レンズ1枚で構成され、下記の条件式(1)および(2)を満足することがより好ましい。

【0014】

$$d/f_w < 0.15 \quad (1)$$

$$\nu_{L3} - \nu_{L4} > 15 \quad (2)$$

ただし、

f_w : 広角端における全系の焦点距離

d : 第2レンズ群中の接合レンズと単レンズとの光軸上での空気間隔

ν_{L3} : 第2レンズ群中の接合レンズを構成する両凸レンズのアッベ数

ν_{L4} : 第2レンズ群中の接合レンズを構成する両凹レンズのアッベ数

【0015】

さらに、前記第2レンズ群中の前記接合レンズを構成する前記両凹レンズのコバ後端面と前記第2レンズ群中の前記単レンズのコバ前端面が、共に平面とされこれら2つの平面が互いに当接するように、またはこれら2つの面が互いに平行

な平面とされこれらの平面に平行な表面を有する平行平板を挟持するように、配置されていることがより好ましい。

【0016】

また、物体側から順に、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群および前記第3レンズ群が配列され、前記第1レンズ群は物体側より順に負レンズと正レンズとで構成され、前記第2レンズ群内には光量を調節する絞りが配設され、広角側から望遠側に向かって変倍する際には、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群とをこれら2つのレンズ群の間隔が相対的に減少するよう移動させるとともに、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群とをこれら2つのレンズ群の間隔を維持するよう移動させ、無限遠側から近距離側へフォーカシングする際には、前記第3レンズ群を移動させることが好ましい。

【0017】

なお、上記非球面係数が「値を有する」とは、非球面係数が0となる場合を除くものとする。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の2つの実施形態に係るズームレンズについて説明する。まず、本発明に係る実施例1の構成を代表例として、図1を参照しつつ第1の実施形態の構成を説明する。図1は、本実施形態のズームレンズのレンズ構成ならびにこの広角端および望遠端における各レンズ配置を示すものである。

【0019】

本実施形態のズームレンズは図1に示すように、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群 G_1 と、正の屈折力を有する第2レンズ群 G_2 と、正または負の屈折力を有する第3レンズ群 G_3 とが配列され、広角側から望遠側に向かって変倍する際には、第1レンズ群 G_1 と第2レンズ群 G_2 とを、これら2つのレンズ群 G_1 、 G_2 の間隔が相対的に減少するよう移動させるズームレンズである。このズームレンズにおいて、第1レンズ群 G_1 は少なくとも1枚の非球面レンズを有し、この非球面レンズの形状を規定する非球面式は、高さ Y の次数に関し偶数次の項と奇数次の項とに、値を有するそれぞれ少なくとも1つの非球面係

数を備えている。ここで、非球面係数が「値を有する」とは、非球面係数が 0 となる場合を除くものである。この非球面式を以下に示す。

【0020】

【数 1】

$$Z = \frac{Y^2/R}{1 + (1 - K_A Y^2/R^2)^{1/2}} + \sum_{i=3}^{20} A_i |Y|^i$$

ただし、

Z : 非球面深さ
Y : 高さ
R : 近軸曲率半径
K_A : 離心率

【0021】

従来、この非球面式によって非球面形状を規定する場合、非球面係数としては、高さ Y の次数に関し 4 次、6 次、8 次、10 次の項の各係数を規定することが一般的であった。非球面係数としては、これらの項数を規定することでレンズに対する要求性能を充足可能であったことに加え、これ以上に徒に項数を増すことは光学設計ソフトやレンズ加工プログラミングが繁雑となり、コンピュータ性能から見ても非現実的であったためである。

【0022】

これに対し本実施形態は、近年の光学系の高解像力化要請やコンピュータ性能の向上を背景として、従来の低次の偶数次の項だけでなく奇数次の項をも用いて非球面形状を規定するものである。奇数次の項を含む非球面係数を用い、非球面形状を決定するパラメータが増加されることにより、この非球面レンズの光軸を含む中央領域の形状と、この中央領域より外側の領域(以下、「外周領域」と称する)の形状とを、ある程度独立に決定することができる。

【0023】

一般に 3 群構成のズームレンズにおいて、第 1 レンズ群 G₁ に配される非球面レンズは、その配設位置において中央部と周辺部の光束の光路分離度合いが大きいことから、周辺部の光束の像面湾曲および歪曲収差を良好に補正するように設計されている。本実施形態によれば、このような像面湾曲および歪曲収差の補正

が良好となる外周領域の非球面形状を保ったまま、球面収差に影響する中央領域の形状をある程度独立に決定し、これにより球面収差、歪曲収差、および像面湾曲を同時に良好に補正することができる。

【0024】

なお、非球面式の項数を増すほどある程度までは性能向上を図ることができるが、設計、加工や調整の難易度は高くなるので、非球面式の項数は性能やコストの要求に見合ったものとすれば良い。例えば、従来一般に用いられる4次、6次、8次、10次の偶数次項に3次の奇数次項を一項追加するだけでも、中央領域の形状決定に寄与するパラメータが追加されることにより、相応の球面収差補正効果を得ることができる。また、例えば、4次～10次の各項を備えた非球面式とする場合には、比較的高次の項により外周領域の形状を像面湾曲および歪曲収差の補正に適したものとすると同時に、比較的低次の項により中央領域の形状を球面収差補正に適したものとすることができる。

【0025】

本発明に係る第2の実施形態は、第1の実施形態と略同様の構成とされたズームレンズにおいて、第1レンズ群 G_1 が少なくとも1枚の非球面レンズを有し、この非球面レンズの形状を規定する非球面式が、高さ Y の次数に関し16次未満の偶数次の項と16次以上の偶数次の項とに、値を有するそれぞれ少なくとも1つの非球面係数を備えているものである。

【0026】

第1の実施形態においては、従来用いられていた偶数次の項に加え奇数次の項を含む非球面係数を用い、非球面形状を決定するパラメータが増加された。第2の実施形態においては、奇数次の項を用いずとも、従来用いられていた低次の偶数次の項に加え、16次以上という高次の偶数次の項を含む非球面係数を用いることによりパラメータが増加され、結果として第1の実施形態と同程度の作用効果を得ることができる。すなわち、この非球面レンズの、光軸を含む中央領域の形状と外周領域の形状とを、ある程度独立に決定することができ、比較的高次の項により外周領域の形状を像面湾曲および歪曲収差の補正に適したものとすると同時に、比較的低次の項により中央領域の形状を球面収差補正に適したものとす

ることができるので、これにより第1の実施形態と略同様に、球面収差、歪曲収差、および像面湾曲を同時に良好に補正することができる。

【0027】

なお、本実施形態において、さらに奇数次の項の非球面係数も値を有するものとされていてもよい。

【0028】

【実施例】

以下、本発明に係る3つの実施例について説明する。

<実施例1>

本実施例は第1の実施形態に係るズームレンズの一例である。このズームレンズは図1に示すように、物体側より順に、負の屈折力を有する第1レンズ群 G_1 と、正の屈折力を有する第2レンズ群 G_2 と、正の屈折力を有する第3レンズ群 G_3 とが配列され、広角側から望遠側に向かって変倍する際には、第1レンズ群 G_1 と第2レンズ群 G_2 とをこれら2つのレンズ群の間隔が相対的に減少するよう移動させるとともに、第2レンズ群 G_2 と第3レンズ群 G_3 とをこれら2つのレンズ群の間隔が相対的に増大するよう移動させ、無限遠側から近距離側へフォーカシングする際には、第3レンズ群 G_3 を物体側に移動させるように構成されている。これら3つのレンズ群 G_1 、 G_2 、 G_3 をこのように光軸Xに沿って移動せしめることで、全系の焦点距離 f を変化させるとともに光束を結像面1上に効率良く集束させるようにしたズームレンズである。

【0029】

第1レンズ群 G_1 は物体側から順に、像側に凹面を向けた負のメニスカスレンズからなる第1レンズ L_1 、および物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズからなる第2レンズ L_2 を配列してなる。第1レンズ L_1 は両面が非球面とされ、これらの非球面の形状は、偶数次の項と奇数次の項とに、それぞれ値を有する非球面係数を備えた上記非球面式により規定される。また、第2レンズ群 G_2 は物体側から順に、光量を調節する絞り3、両面同曲率の両凸レンズからなる第3レンズ L_3 と物体側に強い曲率の面を向けた両凹レンズからなる第4レンズ L_4 とを接合してなる接合レンズ、物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズから

なる第5レンズL₅を配列してなる。第5レンズL₅は、両面が上記非球面式により規定される非球面とされている。また、第3レンズ群G₃は、両面同曲率の両凸レンズからなる第6レンズL₆により構成されている。

【0030】

また、第6レンズL₆と結像面（CCD撮像面）1の間にはローパスフィルタや赤外線カットフィルタを含むフィルタ部2が配されている。

【0031】

このズームレンズはこのような所定形状のレンズからなる3群構成で、第1レンズL₁に所定形状の非球面レンズを備え、また、第2レンズ群G₂の第5レンズL₅も非球面を有したレンズとされているので、従来同様コンパクトな6枚構成でありながら、高解像力を発揮し得る諸収差が良好なズームレンズとされている。なお、本発明に係る所定形状の非球面レンズの配設位置としては、第1レンズL₁の中でも特に、本実施例のように絞り3から離れた位置とされていることが好ましい。この位置で中央部と周辺部の光束の光路分離度合いが大きいことから、球面収差、歪曲収差、および像面湾曲を同時に良好に補正する効果が高い。

【0032】

また、このズームレンズは下記条件式(1)および(2)を満足する。

【0033】

$$d/f_w < 0.15 \quad (1)$$

$$\nu_{L3} - \nu_{L4} > 15 \quad (2)$$

ただし、

f_w ：広角端における全系の焦点距離

d ：第2レンズ群G₂中の接合レンズ（L₃、L₄）と単レンズ（L₅）との光軸上での空気間隔

ν_{L3} ：第2レンズ群G₂中の両凸レンズ（L₃）のアッベ数

ν_{L4} ：第2レンズ群G₂中の両凹レンズ（L₄）のアッベ数

【0034】

条件式(1)は、第2レンズ群G₂中の、第3レンズL₃および第4レンズL₄とを接合してなる接合レンズと、第5レンズL₅との光軸上での空気間隔に関

する式で、この条件を満足することにより、第2レンズ群 G_2 全体としてのレンズ厚を縮小することができ、光学系の小型化に寄与することができる。条件式(2)は第2レンズ群 G_2 中の接合レンズを構成する2枚のレンズ L_3 、 L_4 のアッベ数差に関する式で、この条件を満足することにより、広角側における倍率色収差と望遠側における軸上色収差とを良好に補正することができる。

【0035】

また、条件式(1)を満足した場合には、図1に示すように、第2レンズ群 G_2 中の接合レンズを構成する第4レンズ L_4 のコバ後端面と第2レンズ群 G_2 中の第5レンズ L_5 のコバ前端面とを互いに平面とし、これら2つの平面を互いに当接させることが好ましい。これにより、非球面レンズである第5レンズ L_5 を含む第2レンズ群 G_2 を構成する各レンズの、光軸合わせを行う際の労力軽減およびレンズ偏芯調整等の組立精度の向上を図ることができる。またそれにより、光学系の偏芯がもたらす画像劣化を極力低減することができ、高解像力化を達成することができる。なお、第4レンズ L_4 のコバ後端面と第5レンズ L_5 のコバ前端面とが互いに平行な平面とされ、これらの平面に平行な表面を有する所定厚みの平行平板を挟持するように構成された場合にも、同様の作用効果を得ることができる。

【0036】

また、このズームレンズにおいて、第3レンズ群 G_3 は、フォーカシング時には図示されないモータ（アクチュエータ）により独立に駆動される。このように、第3レンズ群 G_3 が、他のレンズ群 G_1 、 G_2 とは独立に移動する構成とされているので、沈胴時の基準位置としては第2レンズ群 G_2 と第3レンズ群 G_3 との間隔が減少するように設定可能であり、沈胴時におけるレンズ全長を短縮することが可能である。また、第2レンズ群 G_2 中には接合レンズが配されており、第2レンズ群 G_2 全体としてのレンズの厚みを薄くすることができる点も、沈胴時のレンズ全長短縮に寄与し得る。

【0037】

下記表1の上段に、本実施例に係るズームレンズの広角端および望遠端各位置での焦点距離 f 、 F_{NO} 、画角 2ω を示し、さらに各レンズ面の曲率半径 R （m

m)、各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔(以下、これらを総称して軸上面間隔という) D (mm)、各レンズの d 線における、屈折率 N およびアッベ数 v の値を示す。なお面番号の数字は物体側からの順番を表すものである(表 2 および 3 において同じ)。

【0038】

また、表 1 の中段に、各非球面の各定数 K_A 、 $A_3 \sim A_{20}$ の値を示す。なお、上記非球面式における R には、表 1 上段における 1、2、9、10 の各面の R 値を代入する。本実施例において、第 1 レンズ L_1 の両面は、高さ Y に関し 3 次～10 次の各項の非球面係数が値を有するものとされている。また、第 5 レンズ L_5 の両面は、高さ Y に関し 4 次、6 次、8 次、10 次の項の非球面係数が値を有するものとされている。

【0039】

また、表 1 の下段に、軸上面間隔 D の欄における広角端 ($f=5.80\text{mm}$)、中間位置 ($f=9.63\text{mm}$) および望遠端 ($f=15.96\text{mm}$) の d_1 および d_2 の可変範囲を示し、さらに、このズームレンズにおける条件式 (1) および (2) の値を示す。条件式は全て満足されている。

【0040】

【表 1】

 $f=5.8\sim 15.96$, $F_{No}=2.9\sim 5.0$, $2\omega=62.3\sim 23.7$ 度

面番号	R	D	N_d	ν_d
1	289.1745	1.00	1.80348	40.4
2	5.6490	2.16		
3	8.1430	1.83	1.92286	20.9
4	13.5774	変化d1		
5	絞り	0.40		
6	5.5720	3.54	1.71300	53.9
7	-5.5720	0.56	1.66680	33.1
8	7.1924	0.15		
9	5.7845	1.05	1.56865	58.6
10	7.6893	変化d2		
11	24.9237	1.81	1.48749	70.2
12	-24.9237	4.05		
13	∞	0.91	1.51680	64.2
14	∞			

非球面係数

(1. 2面 $A_{11}, A_{12}, A_{13}, A_{14}, A_{15}, A_{16}, A_{17}, A_{18}, A_{19}, A_{20}=0$)

面番号	K_A	A_3	A_4	A_5	A_6
1	-1.6541660	$-1.7066764 \times 10^{-4}$	2.0859084×10^{-3}	$-5.2991230 \times 10^{-4}$	$-2.8005201 \times 10^{-5}$
2	-0.2646114	$-3.6236190 \times 10^{-4}$	3.2772158×10^{-3}	$-7.3500188 \times 10^{-4}$	1.7210526×10^{-5}
		A_7	A_8	A_9	A_{10}
1		3.2753797×10^{-5}	$-4.7044463 \times 10^{-6}$	1.2466006×10^{-7}	1.1261201×10^{-8}
2		2.4496153×10^{-5}	$-5.6434100 \times 10^{-7}$	$-6.9394753 \times 10^{-7}$	6.0890837×10^{-8}

(9. 10面 $A_3, A_5, A_7, A_9, A_{11}, A_{12}, A_{13}, A_{14}, A_{15}, A_{16}, A_{17}, A_{18}, A_{19}, A_{20}=0$)

面番号	K_A	A_4	A_6	A_8	A_{10}
9	-3.9999935	3.3683977×10^{-3}	$-1.9741958 \times 10^{-4}$	$-1.4767677 \times 10^{-5}$	$-1.6776015 \times 10^{-7}$
10	0.1092475	3.6796439×10^{-3}	3.3159871×10^{-5}	$-1.8135579 \times 10^{-5}$	$-1.4023255 \times 10^{-7}$

面間隔

焦点距離	d1	d2
5.80	14.56	5.28
9.63	7.24	9.40
15.96	2.84	16.19

(1) $d/f_w=0.026$, (2) $\nu_{L3}-\nu_{L4}=20.8$

【0041】

<実施例 2>

本実施例は第2の実施形態に係るズームレンズの一例である。このズームレンズは、実施例1と略同様の構成とされたズームレンズであるが、実施例1との主な相違点としては、両面が非球面とされた第1レンズ L_1 において、これらの非球面の形状が、16次未満の偶数次の項と16次以上の偶数次の項とに、それぞれ値を有する非球面係数を備えた上記非球面式により規定されることである。また、第3レンズ群 G_3 は、物体側に強い曲率の面を向けた両凸レンズからなる第6レンズ L_6 により構成されている。

【0042】

このズームレンズはこのような所定形状のレンズからなる3群構成で、第1レンズ L_1 に所定形状の非球面レンズを備え、また、第2レンズ群 G_2 の第5レンズ L_5 も非球面を有したレンズとされているので、従来同様コンパクトな6枚構成でありながら、高解像力を発揮し得る諸収差が良好なズームレンズとされている。またこのズームレンズも実施例1と略同様に、沈胴時におけるレンズ全長を短縮することが可能である。

【0043】

下記表2の上段に、本実施例に係るズームレンズの広角端および望遠端各位置での焦点距離 f 、 F_{NO} 、画角 2ω を示し、さらに各レンズ面の曲率半径 R (mm)、各レンズの軸上面間隔 D (mm)、各レンズの d 線における、屈折率 N およびアッペ数 ν の値を示す。

【0044】

また、表2の中段に、各非球面の各定数 K_A 、 $A_3 \sim A_{20}$ の値を示す。なお、上記非球面式における R には、表2上段における1、2、9、10の各面の R 値を代入する。本実施例において、第1レンズ L_1 の両面は、高さ Y に関し4次～20次の各偶数次の項の非球面係数が値を有するものとされている。また、第5レンズ L_5 の両面は、高さ Y に関し4次、6次、8次、10次の項の非球面係数が値を有するものとされている。

【0045】

また、表2の下段に、軸上面間隔 D の欄における広角端 ($f=5.81\text{mm}$)、中間位置 ($f=9.64\text{mm}$) および望遠端 ($f=15.98\text{mm}$) の d_1 および d_2 の可変範囲

を示し、さらに、このズームレンズにおける条件式（１）および（２）の値を示す。条件式は全て満足されている。

【 0 0 4 6 】

【表 2】

 $f=5.81\sim 15.98$, $F_{No}=2.9\sim 5.0$, $2\omega=62.3\sim 23.7$ 度

面番号	R	D	N_d	ν_d
1	407.8429	1.00	1.80348	40.4
2	5.7054	2.19		
3	8.2507	1.81	1.92286	20.9
4	13.8073	変化d1		
5	絞り	0.40		
6	5.4784	3.57	1.71300	53.9
7	-5.4784	0.56	1.66680	33.1
8	7.1924	0.15		
9	6.0289	1.05	1.50869	56.0
10	8.1296	変化d2		
11	19.8035	1.77	1.48749	70.2
12	-34.6993	3.92		
13	∞	0.91	1.51680	64.2
14	∞			

非球面係数

(1, 2面 $A_3, A_5, A_7, A_9, A_{11}, A_{13}, A_{15}, A_{17}, A_{19}=0$)

面番号	K_A	A_4	A_6	A_8	A_{10}
1	0	1.7110893×10^{-3}	$-2.0909876 \times 10^{-4}$	2.0190176×10^{-5}	$-1.3971824 \times 10^{-6}$
2	0	2.5780279×10^{-3}	$-3.1798526 \times 10^{-4}$	4.6615960×10^{-5}	$-5.2321154 \times 10^{-6}$
	A_{12}	A_{14}	A_{16}	A_{18}	A_{20}
1	6.7534263×10^{-8}	$-2.2008009 \times 10^{-9}$	$4.5660836 \times 10^{-11}$	$-5.4152607 \times 10^{-13}$	$2.7882919 \times 10^{-15}$
2	4.3261277×10^{-7}	$-2.4552167 \times 10^{-8}$	$8.9191847 \times 10^{-10}$	$-1.8582400 \times 10^{-11}$	$1.6845886 \times 10^{-13}$

(9, 10面 $A_3, A_5, A_7, A_9, A_{11}, A_{12}, A_{13}, A_{14}, A_{15}, A_{16}, A_{17}, A_{18}, A_{19}, A_{20}=0$)

面番号	K_A	A_4	A_6	A_8	A_{10}
9	-5.0453318	2.9793278×10^{-3}	$-2.7004844 \times 10^{-4}$	$-1.5257602 \times 10^{-5}$	$-1.7165122 \times 10^{-7}$
10	0.0028545	3.3602408×10^{-3}	1.0036066×10^{-5}	$-1.7692234 \times 10^{-5}$	$-1.3898743 \times 10^{-7}$

面間隔

焦点距離	d1	d2
5.81	14.59	5.38
9.64	7.24	9.48
15.98	2.83	16.26

(1) $d/f_w=0.026$, (2) $\nu_{L3}-\nu_{L4}=20.8$

【0047】

<実施例 3>

本実施例は第1の実施形態に係るズームレンズの、実施例1とは異なる例である。このズームレンズは図2に示すように、物体側より順に、負の屈折力を有する第1レンズ群 G_1 と、正の屈折力を有する第2レンズ群 G_2 と、負の屈折力を有する第3レンズ群 G_3 とが配列され、広角側から望遠側に向かって変倍する際には、第1レンズ群 G_1 と第2レンズ群 G_2 とをこれら2つのレンズ群の間隔が相対的に減少するよう移動させるとともに、第2レンズ群 G_2 と第3レンズ群 G_3 とをこれら2つのレンズ群の間隔を維持するよう移動させ、無限遠側から近距離側へフォーカシングする際には、第3レンズ群 G_3 を移動させるように構成されている。これら3つのレンズ群 G_1 、 G_2 、 G_3 をこのように光軸Xに沿って移動せしめることで、全系の焦点距離 f を変化させるとともに光束を結像面1上に効率良く集束させるようにしたズームレンズである。

【0048】

第1レンズ群 G_1 は物体側から順に、像側に強い曲率の凹面を向けた両凹レンズからなる第1レンズ L_1 、および物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズからなる第2レンズ L_2 を配列してなる。第1レンズ L_1 は両面が非球面とされ、これらの非球面の形状は、偶数次の項と奇数次の項とに、それぞれ値を有する非球面係数を備えた上記非球面式により規定される。また、第2レンズ群 G_2 は物体側から順に、光量を調節する絞り3、物体側に強い曲率の凸面を向けた両凸レンズからなる第3レンズ L_3 、および像側に強い曲率の凹面を向けた両凹レンズからなる第4レンズ L_4 と物体側に強い曲率の凸面を向けた両凸レンズからなる第5レンズ L_5 とを接合してなる接合レンズを配列してなる。第3レンズ L_3 は、両面が上記非球面式により規定される非球面とされている。また、第3レンズ群 G_3 は、物体側に強い曲率の凹面を向けた負のメニスカスレンズからなる第6レンズ L_6 により構成されている。

【0049】

また、第6レンズ L_6 と結像面（CCD撮像面）1の間にはローパスフィルタや赤外線カットフィルタを含むフィルタ部2が配されている。

【0050】

このズームレンズはこのような所定形状のレンズからなる3群構成で、第1レ

レンズ L_1 に所定形状の非球面レンズを備え、また、第2レンズ群 G_2 の第3レンズ L_3 も非球面を有したレンズとされているので、従来同様コンパクトな6枚構成でありながら、高解像力を発揮し得る諸収差が良好なズームレンズとされている。

【0051】

また、このズームレンズにおいて、第2レンズ群 G_2 と第3レンズ群 G_3 は、変倍時には間隔を維持するよう移動せしめられるので、レンズ群 G_2 、 G_3 の移動枠を同一のものとして構成することができ、鏡筒構造の簡略化を図ることができる。

【0052】

下記表3の上段に、本実施例に係るズームレンズの広角端および望遠端各位置での焦点距離 f 、 F_{NO} 、画角 2ω を示し、さらに各レンズ面の曲率半径 R (mm)、各レンズの軸上面間隔 D (mm)、各レンズの d 線における、屈折率 N およびアッペ数 ν の値を示す。

【0053】

また、表3の中段に、各非球面の各定数 K_A 、 $A_3 \sim A_{20}$ の値を示す。なお、上記非球面式における R には、表3上段における1、2、6、7の各面の R 値を代入する。本実施例において、第1レンズ L_1 の両面は、高さ Y に関し3次～10次の各項の非球面係数が値を有するものとされている。また、第3レンズ L_3 の両面は、高さ Y に関し4次、6次、8次、10次の項の非球面係数が値を有するものとされている。

【0054】

また、表3の下段に、軸上面間隔 D の欄における広角端 ($f=5.76\text{mm}$)、中間位置 ($f=9.21\text{mm}$) および望遠端 ($f=16.13\text{mm}$) の d_1 および d_2 の可変範囲を示す。

【0055】

【表 3】

$f=5.76\sim 16.13$, $F_{No}=2.9\sim 4.8$, $2\omega=62.2\sim 23.2$ 度

面番号	R	D	N_d	ν_d
1	-77.8625	1.20	1.50869	56.0
2	4.6904	4.19		
3	9.3491	2.30	1.76182	26.5
4	13.1830	変化d1		
5	絞り	0.30		
6	6.7143	2.95	1.50869	56.0
7	-19.4875	1.25		
8	-187.9980	1.04	1.83400	37.2
9	4.9330	3.59	1.51633	64.1
10	-10.0411	3.47		
11	-12.3476	1.03	1.50869	56.0
12	-15.3094	変化d2		
13	∞	1.75	1.51680	64.2
14	∞			

非球面係数

(1, 2面 $A_{11}, A_{12}, A_{13}, A_{14}, A_{15}, A_{16}, A_{17}, A_{18}, A_{19}, A_{20}=0$)

面番号	K_A	A_3	A_4	A_5	A_6
1	24.07997	0.6964052×10^{-3}	0.8066175×10^{-4}	0.1501386×10^{-5}	$-0.5010894 \times 10^{-5}$
2	-0.31638	0.6740893×10^{-3}	0.9554210×10^{-3}	$-0.1501880 \times 10^{-4}$	0.5185462×10^{-6}
		A_7	A_8	A_9	A_{10}
1		0.3349340×10^{-6}	0.4924292×10^{-7}	$-0.7307155 \times 10^{-8}$	0.3668512×10^{-9}
2		0.1819851×10^{-5}	$-0.6694942 \times 10^{-6}$	0.1659582×10^{-7}	0.8524903×10^{-8}

(6, 7面 $A_3, A_5, A_7, A_9, A_{11}, A_{12}, A_{13}, A_{14}, A_{15}, A_{16}, A_{17}, A_{18}, A_{19}, A_{20}=0$)

面番号	K_A	A_4	A_6	A_8	A_{10}
6	0.376671	$-0.6808610 \times 10^{-4}$	$-0.5381899 \times 10^{-5}$	$-0.4454396 \times 10^{-6}$	$-0.1976232 \times 10^{-7}$
7	-26.0101	$-0.2521280 \times 10^{-3}$	0.4946846×10^{-5}	$-0.1619543 \times 10^{-5}$	0.2549204×10^{-7}

面間隔

焦点距離	d1	d2
5.76	21.74	7.93
9.21	11.02	11.56
16.13	3.36	18.81

【0056】

図3～5は実施例1～3に係るズームレンズの広角端、中間位置および望遠端

における諸収差（球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差）を示す収差図である。なお、各非点収差図にはサジタル像面およびタンジェンシャル像面に対する収差が示されており、各倍率色収差図には波長587.6 nmに対する波長460 nmおよび波長615 nmの収差が示されている。図3～5から明らかなように、実施例1～3のズームレンズによればズーム領域の全体に亘って良好な収差補正がなされる。

【0057】

なお、本発明のズームレンズとしては上記実施例のものに限られるものではなく、例えば各レンズ群を構成するレンズの枚数や形状は適宜選択し得る。また、第1レンズ群中の非球面レンズの、所定の非球面形状を規定する非球面式においては、値を有する非球面係数は上記実施例のものに示した次数の項に限定されるものではない。

【0058】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明のズームレンズによれば、所定の3群構成のズームレンズにおいて第1レンズ群中に、所定次数の項に値を有する非球面係数を備えた非球面式により形状を規定される非球面レンズが配され、この非球面の作用により球面収差、歪曲収差、および像面湾曲を同時に良好に補正することができるので、高解像力を発揮し得るズームレンズを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施例1に係るズームレンズの基本構成を示す概略図

【図2】

本発明の実施例3に係るズームレンズの基本構成を示す概略図

【図3】

実施例1のズームレンズの広角端、中間位置および望遠端における諸収差を示す収差図

【図4】

実施例2のズームレンズの広角端、中間位置および望遠端における諸収差を示す収差図

す収差図

【図 5】

実施例 3 のズームレンズの広角端、中間位置および望遠端における諸収差を示す収差図

【符号の説明】

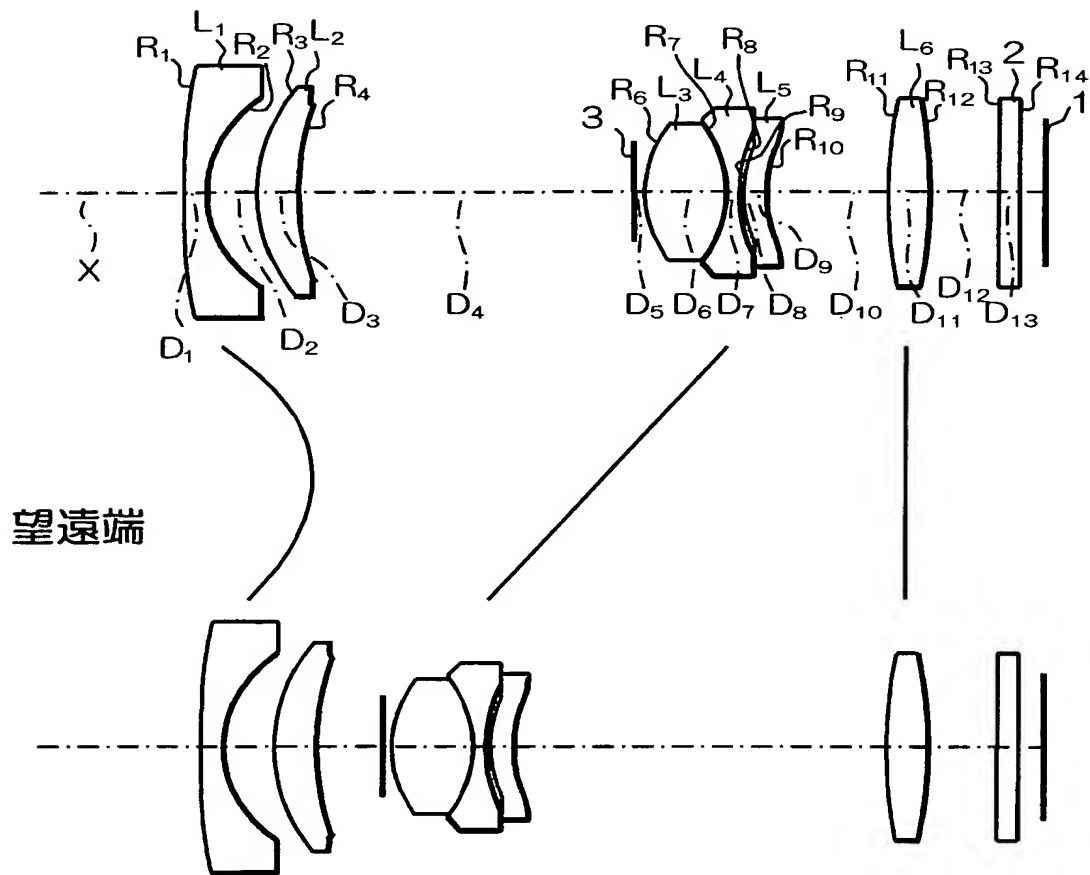
- $L_1 \sim L_6$ レンズ
- $R_1 \sim R_{14}$ レンズ面の曲率半径
- $D_1 \sim D_{13}$ レンズ面間隔（レンズ厚）
- X 光軸
- 1 結像面
- 2 フィルタ部
- 3 絞り

【書類名】 図面

【図 1】

実施例 1

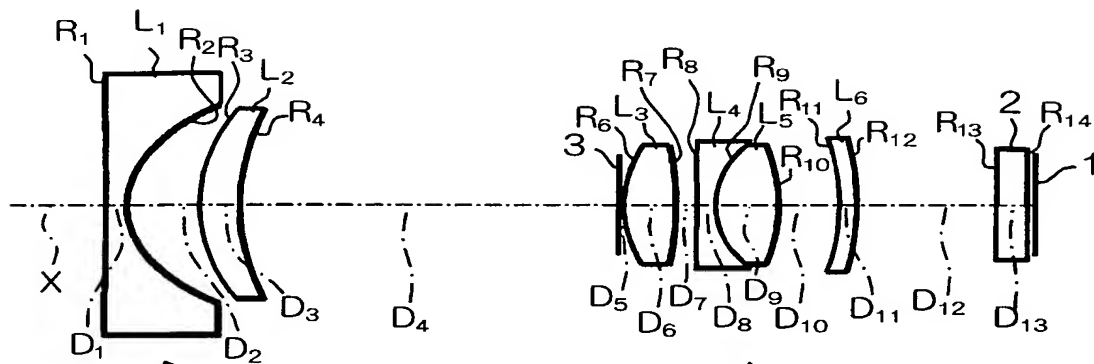
広角端



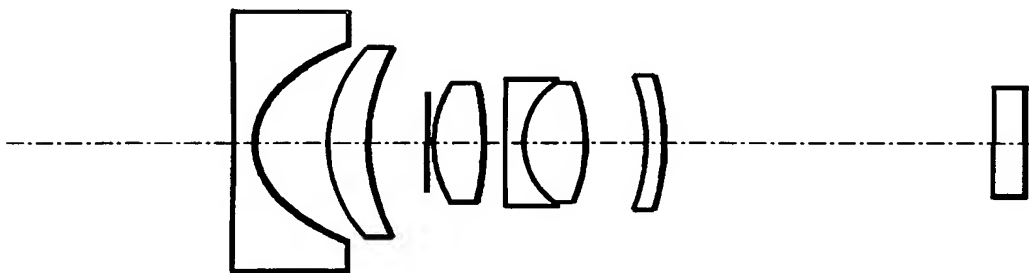
【図 2】

実施例 3

広角端



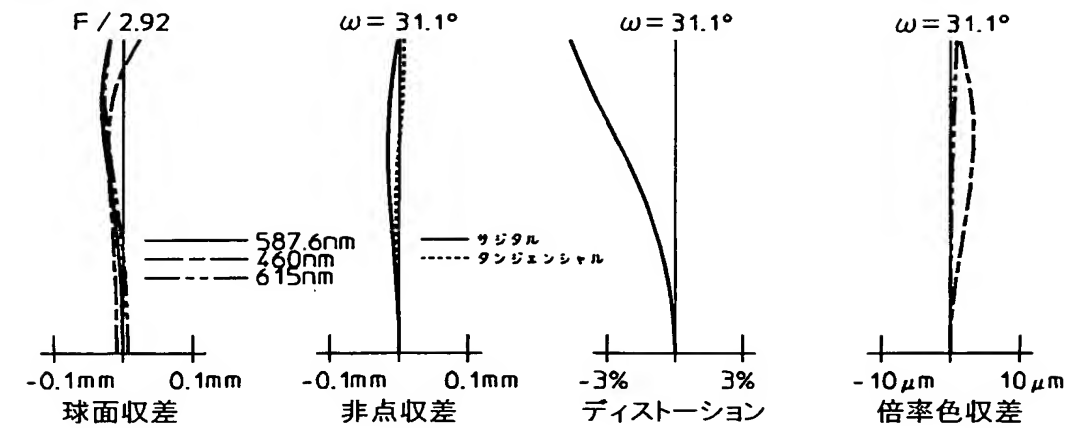
望遠端



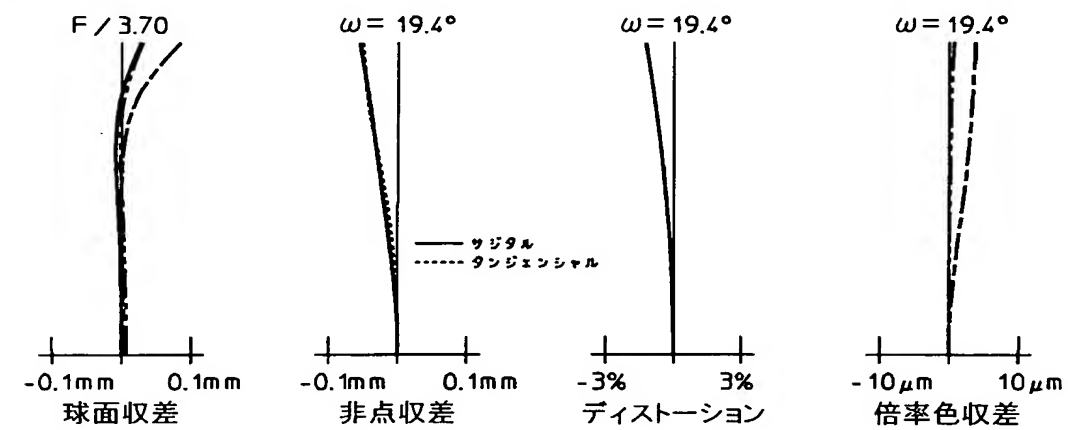
【図 3】

実施例 1

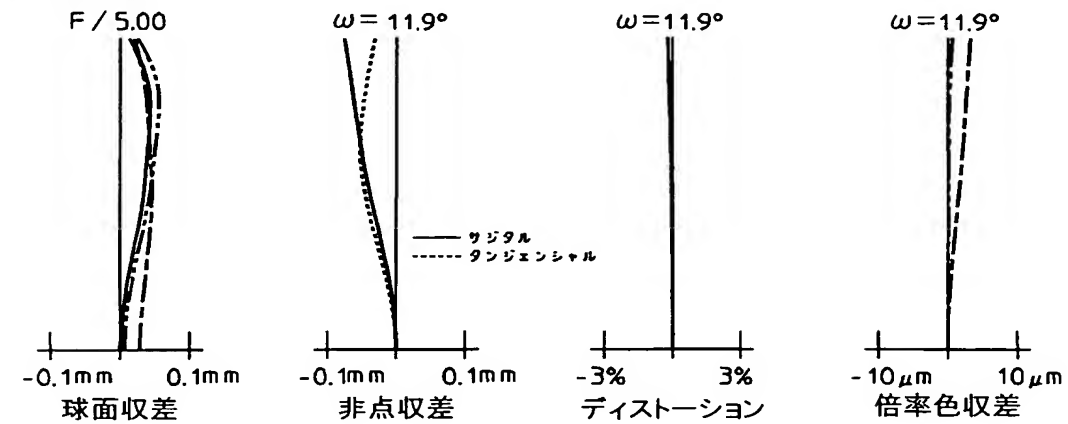
広 角 端



中 間



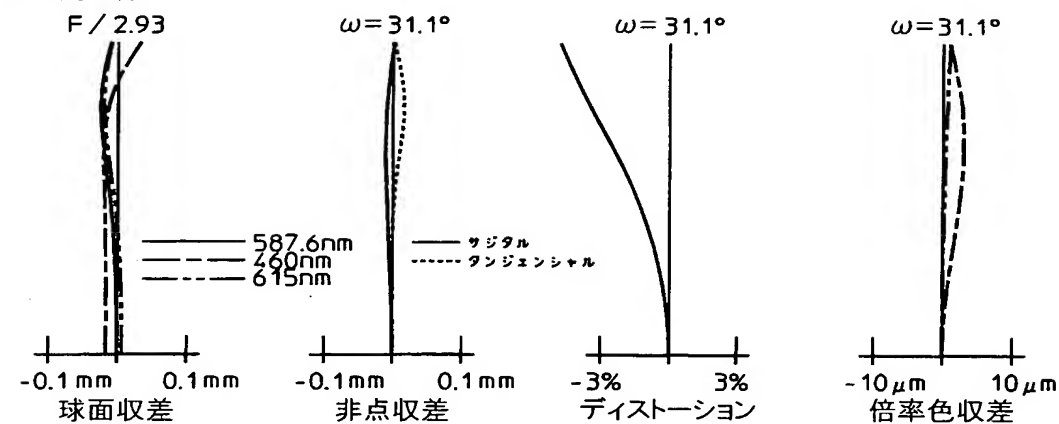
望 遠 端



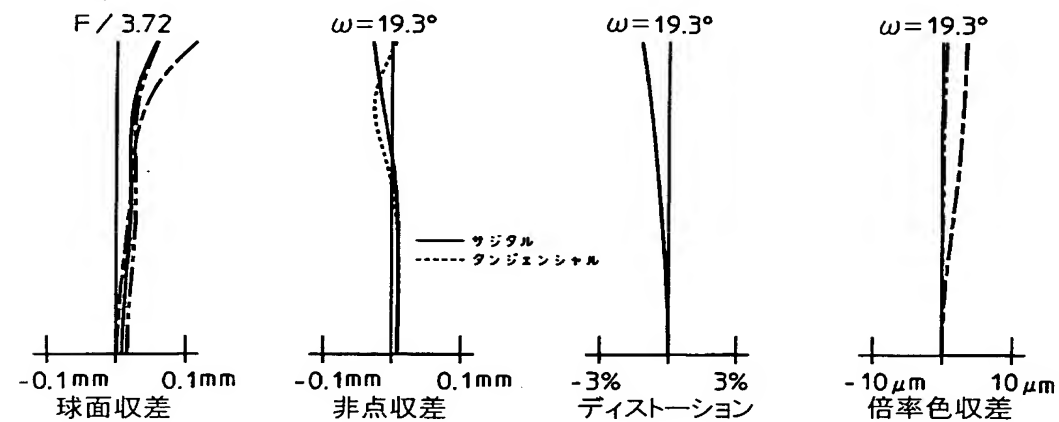
【図 4】

実施例 2

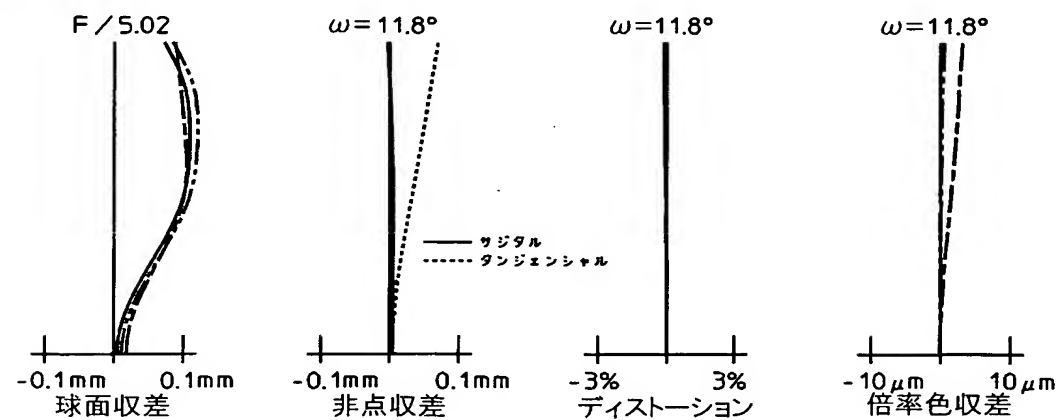
広 角 端



中 間

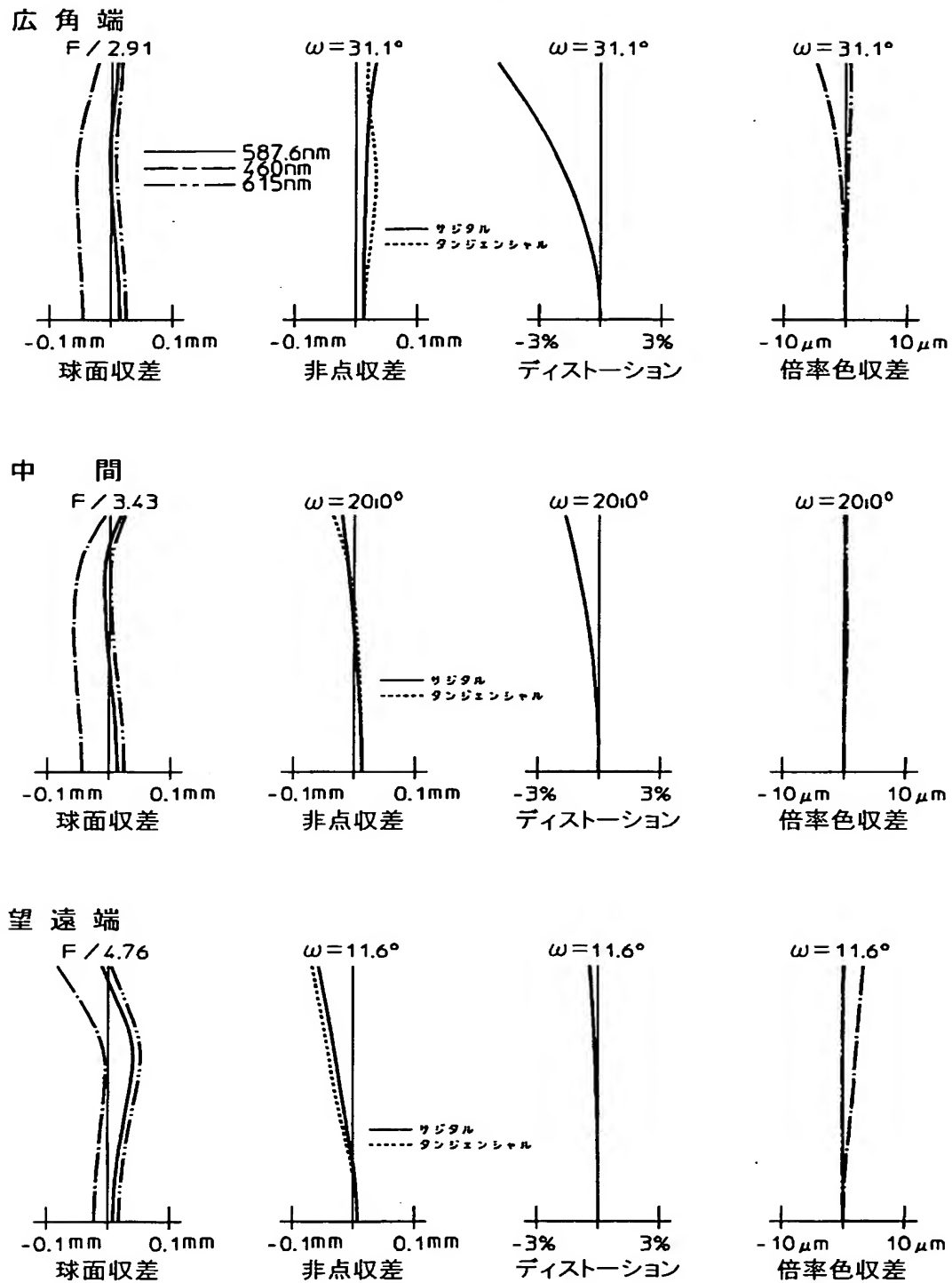


望 遠 端



【図 5】

実施例 3



【書類名】 要約書

【要約】

【目的】 デジタルカメラやビデオカメラに搭載される 3 群構成のズームレンズに関し、第 1 レンズ群の非球面レンズの非球面形状を規定することにより歪曲収差、像面湾曲および球面収差を同時に良好に補正し、高解像力を発揮し得るものとする。

【構成】 物体側より順に、負の第 1 レンズ群 G_1 と、絞り 3 を含む正の第 2 レンズ群 G_2 と、正の第 3 レンズ群 G_3 とからなり、広角側から望遠側に向かって変倍する際には、第 1 レンズ群 G_1 と第 2 レンズ群 G_2 との間隔を減少させ第 2 レンズ群 G_2 と第 3 レンズ群 G_3 との間隔を増大させ、無限遠側から近距離側へフォーカシングする際には、第 3 レンズ群 G_3 を物体側に移動させる。第 1 レンズ群 G_1 は負の第 1 レンズ L_1 と正の第 2 レンズ L_2 よりなり、第 1 レンズ L_1 の両面は、高さ Y に関し 3 次～10 次の各項の非球面係数が値を有する非球面式により、その形状が規定される。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 3 0 1 1 6
受付番号	5 0 3 0 0 1 9 4 7 8 4
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0 0 9 0
作成日	平成 1 5 年 2 月 7 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成15年 2月 6日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 3 0 1 1 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 4 3 0]

1. 変更年月日

2 0 0 1 年 5 月 1 日

[変更理由]

住所変更

住 所

埼玉県さいたま市植竹町 1 丁目 3 2 4 番地

氏 名

富士写真光機株式会社

2. 変更年月日

2 0 0 3 年 4 月 1 日

[変更理由]

住所変更

住 所

埼玉県さいたま市北区植竹町 1 丁目 3 2 4 番地

氏 名

富士写真光機株式会社